

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-333191

(43)公開日 平成10年(1998)12月18日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 2 F 1/313

G 0 2 F 1/313

G 0 2 B 6/12

G 0 2 B 6/12

H

N

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-143659

(22)出願日 平成9年(1997)6月2日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 小泉 真里

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 井戸 立身

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 鷹野 秀明

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 中村 純之助

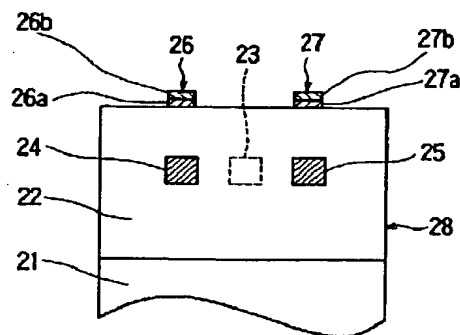
(54)【発明の名称】 有機光デバイス

(57)【要約】

【課題】 薄膜ヒータを剥離しにくくし、しかも長期信頼性を高くする。

【解決手段】 基板21上に有機クラッド層22を形成し、有機クラッド層22中に有機光導波路23および有機光導波路23から分岐した有機光導波路24、25を形成し、有機クラッド層22、有機光導波路23～25からなる導波部28の表面の有機光導波路24、25の上方部に薄膜ヒータ26、27を形成し、薄膜ヒータ26、27をチタンからなる下層26a、27aと白金からなる上層26b、27bとの2層構成とする。

図2



26…薄膜ヒータ  
26a…下層  
26b…上層  
27…薄膜ヒータ  
27a…下層  
27b…上層  
28…導波部

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】有機材料からなる導波部の表面に薄膜ヒータが形成された有機光デバイスにおいて、上記薄膜ヒータを複数層構成とし、上記薄膜ヒータの最下部層として上記薄膜ヒータの最上部層よりも上記導波部との結合力が大きい金属ならなるものを用い、上記最上部層として上記最下部層よりも空気中で変質しない金属からなるものを用いたことを特徴とする有機光デバイス。

【請求項2】上記薄膜ヒータに電力を供給するための配線電極を設け、上記配線電極として上記薄膜ヒータと一体となった層および上記層の上部に形成された金薄膜からなるものを用いたことを特徴とする請求項1に記載の有機光デバイス。

【請求項3】上記最下部層としてチタンからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いたことを特徴とする請求項1または2に記載の有機光デバイス。

【請求項4】上記最下部層としてクロムからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いたことを特徴とする請求項1または2に記載の有機光デバイス。

【請求項5】上記最下部層としてアルミニウムからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いたことを特徴とする請求項1または2に記載の有機光デバイス。

【請求項6】上記最下部層としてニッケルからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いたことを特徴とする請求項1または2に記載の有機光デバイス。

【請求項7】上記最下部層としてモリブデンからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いたことを特徴とする請求項1または2に記載の有機光デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光通信分野で用いる光デバイスに係り、特に熱光学効果で機能する有機材料を用いた有機光デバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】情報の大容量化にともない光スイッチ等の光デバイスの大規模化が要求されつつあり、低電力駆動の光デバイスの開発が必要とされているが、有機材料はガラスに比べ熱光学定数が大きく低電力化に有利であるから、近年有機材料からなる有機光導波路が作製され、熱光学効果による屈折率変化を利用したデジタル光スイッチ、マッハツェンダー干渉型スイッチなどの有機光デバイスが研究されている。

【0003】図5は従来のデジタル光スイッチ(H. M. Klein Koerkamp, M. C. Donckers, B. H. M. Hams, W. H. G. Horsthuis, "Design and fabrication of a p

igtailed thermo-optic 1X2 switch", Proceedings of integrated Photonics Research, San Francisco, 1994, pp.274-276)を示す概略図、図6は図5のC-C断面図である。図に示すように、基板1上に有機クラッド層2が形成され、有機クラッド層2中に有機光導波路3および有機光導波路3から分岐した有機光導波路4、5が形成され、有機クラッド層2、有機光導波路3～5からなる導波部8の表面の有機光導波路4、5の上方部に金(Au)からなる薄膜ヒータ6、7が形成されている。

【0004】このデジタル光スイッチにおいては、薄膜ヒータ6に電力を与えたときには、薄膜ヒータ6の下方に位置する有機光導波路4の屈折率が低下するから、有機光導波路4、5で屈折率差が生じ、有機光導波路3を伝搬してきた導波光は屈折率が高い有機光導波路5へ導波する。逆に、薄膜ヒータ7に電力を与えたときには、導波光は有機光導波路4へ導波していく。このように、分岐した有機光導波路4、5に屈折率差を与えることにより、導波光の進行方向を決めることができる。

【0005】また、従来のデジタル光スイッチとしては、チタン(Ti)からなる薄膜ヒータを有するもの(R. Moosbrugger, G. Fischbeck, C. Kostrzewa, B. Schuppert and K. Petermann, "A novel polymer digital optical switch with high temperature stability", proceedings ECOC'95, 1995, pp.1063-1066)がある。

【0006】図7は従来のマッハツェンダー干渉型スイッチ(Yasuhiro Hida, Hidekatsu Onose, and Saburo Imamura, "Polymer waveguide thermo-optic switch with low electric power consumption at 1.3μm", IEEE Photon. Technol. Lett., vol.5, pp.782-784)を示す概略図、図8は図7のD-D断面図である。図に示すように、基板11上に有機クラッド層12が形成され、有機クラッド層12中に有機光導波路13、14が形成され、有機クラッド層12、有機光導波路13、14からなる導波部17の表面の有機光導波路13、14の上方部にクロム(Cr)からなる薄膜ヒータ15、16が形成されている。

【0007】このマッハツェンダー干渉型スイッチにおいては、薄膜ヒータ15または薄膜ヒータ16に電力を与えることにより、実効光路差を変えることができ、導波光の出力端を決めることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図5、図6に示すように、金からなる薄膜ヒータ6、7を用いた場合には、金と有機材料との密着性が弱いから、電極配線時などに薄膜ヒータ6、7が導波部8から剥離しやすい。

【0009】また、チタンからなる薄膜ヒータを用いた場合、図7、図8に示すように、クロムからなる薄膜ヒータ15、16を用いた場合には、薄膜ヒータ自体が酸

化されるなど変質しやすいから、長期信頼性が低い。

【0010】本発明は上述の課題を解決するためになされたもので、薄膜ヒータが剥離しにくく、しかも長期信頼性が高い有機光デバイスを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明においては、有機材料からなる導波部の表面に薄膜ヒータが形成された有機光デバイスにおいて、上記薄膜ヒータを複数層構成とし、上記薄膜ヒータの最下部層として上記薄膜ヒータの最上部層よりも上記導波部との結合力が大きい金属ならなるものを用い、上記最上部層として上記最下部層よりも空気中で変質しない金属からなるものを用いる。

【0012】この場合、上記薄膜ヒータに電力を供給するための配線電極を設け、上記配線電極として上記薄膜ヒータと一体となった層および上記層の上部に形成された金薄膜からなるものを用いる。

【0013】これらの場合、上記最下部層としてチタンからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いる。

【0014】また、上記最下部層としてクロムからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いる。

【0015】また、上記最下部層としてアルミニウムからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いる。

【0016】また、上記最下部層としてニッケルからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いる。

【0017】また、上記最下部層としてモリブデンからなるものを用い、上記最上部層として白金からなるものを用いる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係るデジタル光スイッチを示す概略図、図2は図1のA-A断面図である。図に示すように、基板21上に有機クラッド層22が形成され、有機クラッド層22中に有機光導波路23および有機光導波路23から分岐した有機光導波路24、25が形成され、有機クラッド層22、有機光導波路23～25からなる導波部28の表面の有機光導波路24、25の上方部に薄膜ヒータ26、27が形成され、薄膜ヒータ26、27の導波部28と密着する下層26a、27aはチタンからなり、薄膜ヒータ26、27の上層26b、27bは白金(Pt)からなる。

【0019】このデジタル光スイッチにおいては、薄膜ヒータ26に電力を与えたときには、薄膜ヒータ26の下方に位置する有機光導波路24の屈折率が低下するから、有機光導波路24、25で屈折率差が生じ、有機光導波路23を伝搬してきた導波光は屈折率が高い有機光

導波路25へ導波する。逆に、薄膜ヒータ27に電力を与えたときには、導波光は有機光導波路24へ導波していく。このように、分岐した有機光導波路24、25に屈折率差を与えることにより、導波光の進行方向を決めることができる。

【0020】つぎに、図1、図2に示したデジタル光スイッチの製造方法について説明する。まず、シリコン(Si)からなりかつヒートシンクとして働く基板21の表面に有機クラッド層22となるフッ素化ポリイミドなどの有機材料をスピンコーティング法により塗布する。つぎに、約380度で熱処理し、有機クラッド層22の下部を形成する。つぎに、有機光導波路23～25となるフッ素化ポリイミドなどの有機材料をスピンコーティング法により塗布し、熱処理し、通常のホトレジスト工程、酸素ガスのドライエッチング工程により有機材料の有機光導波路23～25以外の部分を除去する。つぎに、有機クラッド層22となるフッ素化ポリイミドなどの有機材料をスピンコーティング法により塗布し、熱処理して、有機クラッド層22の上部を形成する。この場合、有機クラッド層22となる有機材料と有機光導波路23～25となる有機材料との屈折率差を0.3%程度とし、有機光導波路23～25の厚さおよび幅を8μmとすることにより、使用波長1.55μmでシングルモードの有機光導波路23～25を形成することができる。つぎに、有機クラッド層22の上面に電子ビーム蒸着により厚さ50～100nmのチタン膜を形成し、連続して厚さ200～400nmの白金膜を形成したのち、有機光導波路24、25の上方部にホトレジスト工程でマスクを作製し、ドライエッチング工程により白金膜、チタン膜の不要部分を除去して、下層26a、27a、上層26b、27bを形成する。この場合、下層26a、27aと上層26b、27bとを真空中で連続して形成すれば、下層26a、27aが長時間空気に接触することはない。

【0021】図1、図2に示したデジタル光スイッチにおいては、薄膜ヒータ26、27の下層26a、27aがチタンからなるから、薄膜ヒータ26、27の導波部28への密着性が強いので、電極配線時などに薄膜ヒータ26、27が導波部28から剥離しにくく、しかも薄膜ヒータ26、27の上層26b、27bが白金からなるから、薄膜ヒータ26、27が変質しにくいので、長期信頼性が高い。すなわち、金属材料の有機材料との密着性は金属材料のイオン化エネルギーを尺度として比較することができ、イオン化エネルギーが小さい金属ほど有機材料との結合が強く、反対にイオン化エネルギーが大きい金属は空気中に放置されても酸化しにくく変質しない。つまり、有機材料との結合力和空気中で長期間放置したときの安定性は相反する性質であり、一種類の金属で両方の性質を十分満たすことはできない。そこで、本発明においては、薄膜ヒータ26、27を複数層構成

すなわち下層26a、27aと上層26b、27bとからなる構成とし、有機材料との結合力が大きいチタンからなる下層26a、27aを用いることにより、薄膜ヒータ26、27が導波部28から剥離しにくくするとともに、空気中で変質しない白金からなる上層26b、27bを用いることにより、下層26a、27aの空気との接触を遮断して、下層26a、27aの劣化を防ぎ、薄膜ヒータ26、27の長期信頼性を得る。

【0022】図3は本発明に係る他のデジタル光スイッチを示す概略図、図4は図3のB-B断面図である。図に示すように、基板31上に有機クラッド層32が形成され、有機クラッド層32中に有機光導波路33および有機光導波路33から分岐した有機光導波路34、35が形成され、有機クラッド層32、有機光導波路33～35からなる導波部40の表面の有機光導波路34、35の上方部に薄膜ヒータ36、37が形成され、薄膜ヒータ36、37の導波部38と密着する下層36a、37aはチタンからなり、薄膜ヒータ36、37の上層36b、37bは白金からなる。また、薄膜ヒータ36、37に電力を供給するための配線電極38、39が形成され、配線電極38、39は薄膜ヒータ36、37と一体となった層および上記層の上部に形成された金薄膜38a、39aからなる。

【0023】つぎに、図3、図4に示したデジタル光スイッチの製造方法について説明する。まず、図1、図2に示したデジタル光スイッチの製造方法と同様にして、基板31上に有機クラッド層32と有機光導波路33～35とからなる導波部40を形成する。つぎに、有機クラッド層32の上面に電子ビーム蒸着により厚さ50～100nmのチタン膜を形成し、連続して厚さ200～400nmの白金膜を形成したのち、有機光導波路34、35の上方部にホトレジスト工程でマスクを作製し、ドライエッチング工程により、白金膜、チタン膜の不要部分を除去して、下層36a、37a、上層36b、37bを形成するとともに、配線電極38、39の下層すなわち薄膜ヒータ36、37と一体となった層を形成する。つぎに、レジストでのリフトオフ法により配線電極38、39の金薄膜38a、39aを形成する。すなわち、レジストを全面に塗布し、金薄膜38a、39aを形成したい部分のみレジストを除去しておき、この上面に金を蒸着したのち、化学エッチングでレジストとともに不要部分の金を除去する。

【0024】図3、図4に示したデジタル光スイッチにおいては、金薄膜38a、39aを有する配線電極38、39が設けられているから、ボンディングが可能になるので、外部からの電力供給が容易となる。また、配線電極38、39は電気の良い導体である金薄膜38a、39aを有しているから、配線電極38、39部分の抵抗を小さくすることができるので、有機光導波路34、35上での薄膜ヒータ36、37の発熱を高効率化する

ことができる。また、配線電極38、39は空气中、水中で不変である金薄膜38a、39aを有しているから、さらに信頼性が向上する。

【0025】なお、上述実施の形態においては、デジタル光スイッチについて説明したが、マッハツェンダー干渉型スイッチなどの他の有機光デバイスに本発明を適用することができる。また、上述実施の形態においては、薄膜ヒータ26、27が下層26a、27aと上層26b、27bとからなる場合、薄膜ヒータ36、37が下層36a、37aと上層36b、37bとからなる場合すなわち薄膜ヒータ26、27、薄膜ヒータ36、37が2層構成の場合について説明したが、薄膜ヒータを3層以上の構成にしてもよく、この場合には薄膜ヒータの最下部層として薄膜ヒータの最上部層よりも導波部との結合力が大きい金属ならなるものを用い、薄膜ヒータの最上部層として薄膜ヒータの最下部層よりも空気中で変質しない金属からなるものを用いる。また、上述実施の形態においては、下層26a、27a、下層36a、37aがチタンからなる場合について説明したが、最下部層としてクロム、アルミニウム(Al)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)などからなるものを用いてもよい。また、上述実施の形態においては、上層26b、27b、上層36b、37bが白金からなる場合について説明したが、最上部層として金などからなるものを用いてもよい。

#### 【0026】

【発明の効果】本発明に係る有機光デバイスにおいては、薄膜ヒータの導波部への密着性が強いから、薄膜ヒータが導波部から剥離しにくく、しかも薄膜ヒータが変質しにくいから、長期信頼性が高い。

【0027】また、薄膜ヒータに電力を供給するための配線電極を設け、配線電極として膜ヒータと一体となった層およびその層の上部に形成された金薄膜からなるものを用いたときには、ボンディングが可能になるから、外部からの電力供給が容易となり、また配線電極部分の抵抗を小さくすることができるから、薄膜ヒータの発熱を高効率化することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るデジタル光スイッチを示す概略図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】本発明に係る他のデジタル光スイッチを示す概略図である。

【図4】図3のB-B断面図である。

【図5】従来のデジタル光スイッチを示す概略図である。

【図6】図5のC-C断面図である。

【図7】従来のマッハツェンダー干渉型スイッチを示す概略図である。

【図8】図7のD-D断面図である。

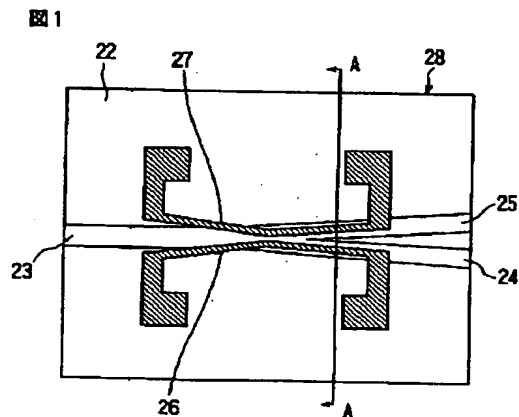
## 【符号の説明】

26…薄膜ヒータ  
 26a…下層  
 26b…上層  
 27…薄膜ヒータ  
 27a…下層  
 27b…上層  
 28…導波部  
 36…薄膜ヒータ  
 36a…下層

\*36b…上層  
 37…薄膜ヒータ  
 37a…下層  
 37b…上層  
 38…配線電極  
 38a…金薄膜  
 39…配線電極  
 39a…金薄膜  
 40…導波部

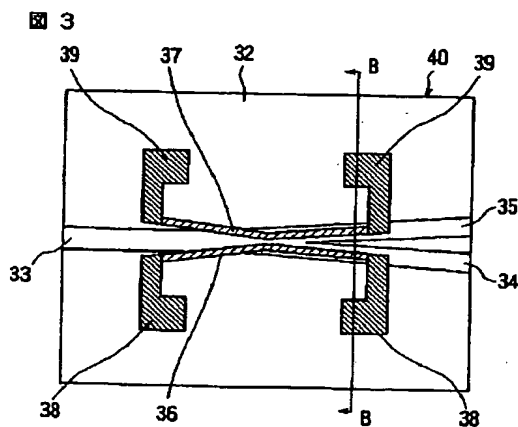
\*10

【図1】



26…薄膜ヒータ  
 27…薄膜ヒータ  
 28…導波部

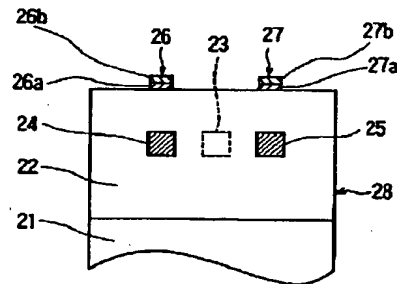
【図3】



36…薄膜ヒータ  
 37…薄膜ヒータ  
 38…配線電極  
 39…配線電極  
 40…導波部

【図2】

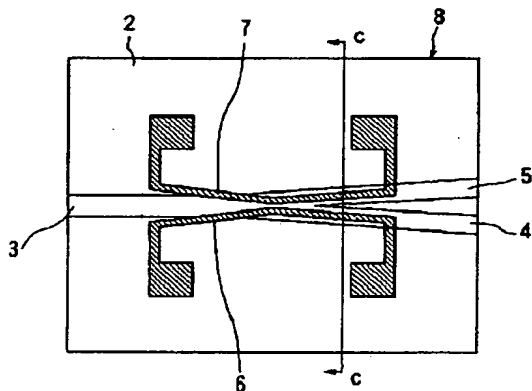
図2



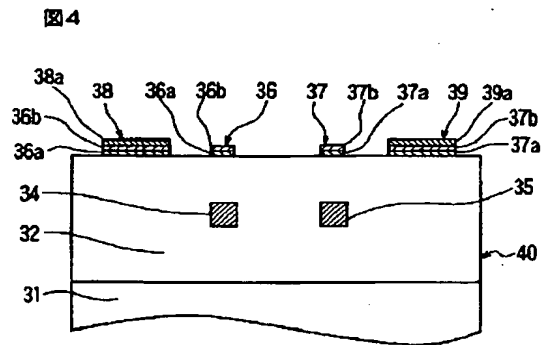
26…薄膜ヒータ  
 26a…下層  
 26b…上層  
 27…薄膜ヒータ  
 27a…下層  
 27b…上層  
 28…導波部

【図5】

図5

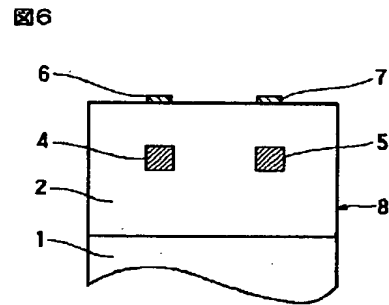


【図4】

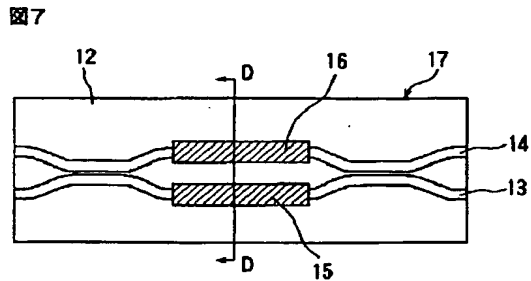


36...薄膜ヒータ  
 36a...下層  
 36b...上層  
 37...薄膜ヒータ  
 37a...下層  
 37b...上層  
 38...配線電極  
 38a...金薄膜  
 39...配線電極  
 39a...金薄膜  
 40...導波部

【図6】



【図7】



【図8】

